



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI

CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

**ESTUDO DA INVERSÃO DA SACAROSE PARA REDUÇÃO DE
AÇÚCAR EM REFRIGERANTE**

Luiz Ricardo Mallmann Oliveira

Orientadora: Profa. Jane Herber

Lajeado, junho de 2020

Luiz Ricardo Mallmann Oliveira

ESTUDO DA INVERSÃO DA SACAROSE PARA REDUÇÃO DE AÇÚCAR EM REFRIGERANTE

Trabalho apresentado como disciplina de TCC etapa II, do curso de graduação, Bacharelado em Química Industrial, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Profa. Jane Herber

Lajeado, junho 2020

Luiz Ricardo Mallmann Oliveira

ESTUDO DA INVERSÃO DA SACAROSE PARA REDUÇÃO DE AÇÚCAR EM REFRIGERANTE

A Banca examinadora abaixo aprova este Trabalho de Conclusão de Curso II, apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Lajeado, junho de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por tudo e aos mentores espirituais que possibilitaram seguir este rumo de forma equilibrada através de suas boas vibrações.

Agradeço aos amigos acadêmicos e colegas de trabalho pela contribuição direta e indireta na troca de informações, experiências e pelo próprio convívio.

A todos os professores que de alguma maneira participaram desta caminhada, transmitindo seus conhecimentos e experiências de vida.

A professora Jane Herber pelo profissionalismo em todos os momentos e pela disposição em me orientar na elaboração deste trabalho.

A minha família por todo o apoio e compreensão nos momentos em que necessitei estar ausente.

A Bebidas FRUKI S.A. por fornecer os recursos tecnológicos necessários para o desenvolvimento deste trabalho, investir em meu potencial, concedendo uma bolsa de estudos e sempre incentivar a busca por mais conhecimento.

A Dieison W. da Rosa e Guilherme Henz, que dedicaram seu tempo, atenção e empenho para conceder-me o apoio material e intelectual necessário para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

A minha querida esposa Daina, que soube compreender que os momentos de ausência, privação de muitos momentos lazer e enfrentamento de muitas dificuldades se fizeram necessários, para que neste momento, juntos pudéssemos celebrar esta importante conquista.

A todos, agradeço imensamente por tudo!

RESUMO

Uma das principais matérias primas para a produção de refrigerantes é o açúcar cristal. O nível de exigência por alimentos mais saudáveis com teor reduzido de açúcar está cada vez maior, tanto por parte de órgãos regulamentadores quanto do consumidor. No processo de fabricação de bebidas açucaradas, a sacarose em solução sob a presença de agentes inversores sofre inversão. Esta reação química consiste na quebra deste dissacarídeo, formando a glicose e a frutose, que juntos aferem maior dulçor aos alimentos. A inversão pode demandar muito tempo com pouca presença de agentes inversores, então, em um processo contínuo, o produto pode continuar sofrendo esta reação na prateleira e apresentar sensorialmente sabor mais doce do que no momento da preparação. Este comportamento evidencia o uso de uma quantidade maior de açúcar do que o necessário para um mesmo resultado desejado. Desta forma o objetivo deste estudo foi propor a redução de açúcar na composição de refrigerantes de uma empresa de bebidas do Vale do Taquari, utilizando como argumento, a ocorrência da reação de inversão de sacarose e suas alterações no produto. Para tanto, foram efetuados controles de Brix em amostras de refrigerante sabor guaraná, com teor reduzido de açúcar, avaliando a inversão através da evolução desse parâmetro no produto em prateleira e comparando este valor com projeção realizada em um equipamento analisador de bebidas empacotadas. Também foram realizadas análises sensoriais pelos métodos de Preferência-Pareada e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), em produtos frescos tradicionais e armazenados com teor reduzido de açúcar, para comparar as duas formulações. Através das análises instrumentais, foi constatado que o refrigerante sabor guaraná possui potencial para inverter até 4,92% do seu total de açúcar, porém em um tempo superior ao prazo de validade do produto, visto que na prática se observou aumento de 3,71% do Brix em um período de 270 dias. Nas análises sensoriais, utilizando uma significância de 95%, não houve diferença estatística entre amostras padrão na forma fresca ou com teor reduzido de açúcar em 5% armazenada por 14 dias. Desta maneira foi possível concluir que a ocorrência natural da inversão da sacarose em refrigerantes sabor guaraná não é um argumento viável para redução de açúcar em sua composição, porém análises sensoriais demonstram que mesmo sem a total inversão, é possível diminuir esta quantidade de açúcar do produto sem prejuízos sensoriais.

Palavras-chave: Brix; bebida açucarada; açúcar invertido; análise sensorial.

ABSTRACT

One of the main raw materials for the production of soft drinks is crystal sugar. The level of demand for healthier foods with reduced sugar content is increasing, both by regulators and consumers. In the process of making sugary drinks, sucrose in solution under the presence of inverting agents undergoes inversion. This chemical reaction consists of the breaking of this disaccharide, forming glucose and fructose, which together add greater sweetness to food. The inversion can be very time consuming with little presence of inversion agents, so, in a continuous process, the product can continue to suffer this reaction on the shelf and present a sweeter taste sensorially than at the time of preparation. This behavior shows the use of a greater amount of sugar than is necessary for the same desired result. Thus, the objective of this study was to propose the reduction of sugar in the composition of soft drinks from a company in the Vale do Taquari, using as an argument, the occurrence of the sucrose inversion reaction and its changes in the product. For this purpose, Brix controls were performed on guarana flavored soda samples, with reduced sugar content, evaluating the inversion through the evolution of this parameter in the product on the shelf and comparing this value with projection performed on a packaged beverage analyzer equipment. Sensory analyzes were also performed by the Preference-Paired and Quantitative Descriptive Analysis (QDA) methods, on traditional fresh products and stored with reduced sugar content, to compare the two formulations. Through instrumental analyzes, it was found that the guarana flavored soda has the potential to invert up to 4.92% of its total sugar, but in a period longer than the product's shelf life, since in practice an increase of 3.71 was observed % of Brix in a period of 270 days. In the sensory analyzes, using a 95% significance level, there was no statistical difference between standard samples in the fresh form or with a reduced sugar content of 5% stored for 14 days. In this way, it was possible to conclude that the natural occurrence of sucrose inversion in guarana flavored soft drinks is not a viable argument for reducing sugar in its composition, but sensory analyzes demonstrate that even without the total inversion, it is possible to decrease this amount of sugar in the product. without sensory damage.

Keywords: Brix; sugary drink; inverted sugar; sensory analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico do consumo de refrigerantes no mundo em bilhões de litros a cada ano	15
Figura 2 – Fluxograma simplificado para produção de refrigerantes	19
Figura 3 – Processo de inversão da sacarose em meio ácido	21
Figura 4 – Processo de inversão da sacarose em presença de enzima invertase ..	21
Figura 5 – Refratômetro de bancada modelo RX-5000 alpha – ATAGO	34
Figura 6 – Analisador de bebidas empacotadas -The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer – Anton Paar utilizado em bancada	35
Figura 7 – Diagrama de instalação do Cobrix 5 Multibev bypass – Anton Paar em uma linha de produção de refrigerantes	36
Figura 8 – Supervisório do Cobrix 5 Multibev bypass – Anton Paar disponível ao operador da linha de envase	37
Figura 9 – Supervisório do Cobrix 5 Multibev bypass – Anton Paar disponível ao controle de qualidade	37
Figura 10 – Ficha para preenchimento em análise sensorial de Perfil Descritivo Quantitativo utilizado	39
Figura 11 – Ficha para preenchimento em análise sensorial preferência pareado ..	40
Figura 12 – Gráfico com a projeção de inversão da sacarose em amostras frescas de guaraná analisadas no The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer–Anton Paar ...	41

Figura 13 - Gráfico de inversão da sacarose no tempo 0 a 14 dias, analisada em refratômetro automático RX-5000 alpha – ATAGO	42
Figura 14 – Gráfico de inversão da sacarose no tempo 15 a 270 dias, analisada em refratômetro automático RX-5000 alpha – ATAGO	43
Figura 15 – Gráfico da pontuação em escala não estruturada de 9 cm do atributo dulçor em análise sensorial ADQ em refrigerante sabor guaraná	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características estabelecidas para refrigerantes de acordo com seu respectivo sabor	17
Quadro 2 - Requisitos mínimos do açúcar cristal para elaboração de refrigerantes	25
Quadro 3 - Principais controles de qualidade em fabricação de refrigerantes	27
Quadro 4 - Métodos para análise sensoriais e seus testes	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de métodos sensoriais e pré-requisitos	31
Tabela 2 – Resumo da análise de Variância ANOVA para análise sensorial ADQ em refrigerantes sabor guaraná	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Problema de pesquisa	11
1.2 Objetivo Geral	12
1.3 Objetivos específicos	12
2. REVISÃO TEÓRICA	13
2.1 A empresa	13
2.2 Refrigerante: história e mercado	14
2.3 Refrigerante: definição	16
2.4 Processos para fabricação de refrigerantes	19
2.4.1 Preparação do xarope simples	20
2.4.2 Preparação do xarope composto	22
2.4.3 Diluição, carbonatação e enchimento	23
2.5 Ingredientes que compõe o refrigerante	24
2.5.1 Água	24
2.5.2 Açúcar	24
2.5.3 Conservantes	25
2.5.4 Acidulantes	26
2.5.5 Sucos concentrados	26
2.5.6 Concentrados	26
2.5.7 Corantes	26
2.5.8 Gás carbônico (CO ₂)	27
2.6 Controles de qualidade	27
2.7 Análise sensorial	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Material	33
3.2 Metodologia	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5. CONCLUSÃO	47
6. REFERÊNCIAS	48
ANEXO A	52

1. INTRODUÇÃO

Os brasileiros estão entre as 10 populações que mais consomem refrigerantes no mundo. Por este produto possuir um amplo mercado mundial e seu consumo estar associado a diabetes, obesidade e seus males, órgãos regulamentadores começaram a tributar bebidas açucaradas em vários países do mundo para limitar sua comercialização. Em 2018 no Brasil, produtores de refrigerantes e demais alimentos firmaram um acordo com o Ministério da Saúde para desenvolver um Plano de Redução de Açúcares em um período de quatro anos.

Tendo em vista uma grande fatia neste mercado e um nível de exigência cada vez maior, tanto de órgãos regulamentadores quanto do consumidor por alimentos mais saudáveis, empresas fabricantes de refrigerantes, em virtude também da alta competitividade, necessitam se adequar o mais rápido possível aos padrões exigidos. Para tanto é fundamental a implantação de um rígido controle de qualidade, que englobe desde a escolha e recepção das matérias-primas que constituem o produto, até o processo de fabricação e produto acabado. Entre os insumos que constituem estas bebidas, está o açúcar cristal (sacarose), que é um dos principais ingredientes do refrigerante sendo um dos principais custos de produção, contribuindo significativamente com o valor calórico da bebida.

A empresa de bebidas em questão utiliza em seu processo produtivo, cerca de 10 mil toneladas de açúcar por ano, que são transformados em xarope simples (dissolução de sacarose em água). Durante o processamento o xarope simples se transforma em xarope composto (mistura concentrada dos ingredientes da bebida)

que ao sofrer correta diluição e gaseificação torna-se o refrigerante, produto final esperado.

A sacarose em solução sob a presença de agentes inversores sofre um processo de inversão de açúcares. Esta reação química consiste na quebra deste dissacarídeo em dois monossacarídeos: a glicose e a frutose, que possuem maior potencial de dulçor em alimentos quando comparados a sacarose. A reação de inversão da sacarose não ocorre instantaneamente na ausência de agentes inversores, podendo demandar de várias horas para a inversão total. Para tanto, em um processo de produção contínuo, o produto acabado pelas suas características pode continuar sofrendo inversão na prateleira e apresentar sensorialmente sabor mais doce do que no momento da preparação, comportamento este que merece uma atenção especial, por estar evidenciando uso de uma quantidade maior do que o necessário de açúcar para um mesmo resultado desejado.

Nesta perspectiva, o presente trabalho visa abordar a inversão da sacarose no processo de fabricação do refrigerante regular sabor guaraná em uma indústria de bebidas do Vale do Taquari e por meio de pesquisas bibliográficas, análise instrumental e análise sensorial, propor redução na quantidade de açúcar utilizada pela empresa atualmente, sem que a diferença sensorial seja perceptível. Busca-se além de economia no processo de fabricação, um produto mais saudável para o consumidor, assim contemplando o que sugere a legislação para os próximos anos bem como as tendências de mercado.

1.1 Problema de pesquisa

A empresa alvo deste estudo utiliza cerca de 10 mil toneladas de açúcar por ano na fabricação de seus produtos, dentre eles estão os refrigerantes de diversos sabores, onde 70% da produção corresponde ao sabor guaraná e os demais sabores somados correspondem ao restante deste somatório. Ao observar o comportamento da reação de inversão total da sacarose, surge a necessidade de conhecer o dulçor final em refrigerantes produzidos pela empresa, em relação à forma fresca dele,

utilizando-se de análises instrumentais e sensoriais. Este conhecimento corretamente aplicado pode gerar uma grande economia na utilização de açúcar no processo produtivo, sem alteração sensorial perceptível do produto e sem compensação por uso de outros edulcorantes. O que vai ao encontro do pacto firmado entre governo e empresas para redução gradativa de açúcar em alimentos industrializados até o ano de 2022 e com o forte desejo do consumidor em adquirir um produto saboroso como de costume e com menor valor calórico possível.

1.2 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é avaliar a inversão da sacarose em refrigerante sabor guaraná na prateleira e a partir dos resultados sugerir redução na quantidade de açúcar em sua composição sem que ocorram prejuízos sensoriais.

1.3 Objetivos específicos

- Estabelecer previsibilidade para reação de inversão da sacarose no produto acabado a partir de pesquisa bibliográfica e análise instrumental em analisador de bebidas empacotadas.
- Realizar produção de amostras de refrigerante sabor guaraná com teor reduzido de açúcar, considerando projeção verificada de inversão de sacarose.
- Verificar a ocorrência da inversão da sacarose prevista em amostras de refrigerante sabor guaraná através da evolução de Brix obtidas em leituras por método refratométrico;
- Verificar diferença entre amostras de refrigerante sabor guaraná frescas padrão e amostras com teor reduzido de açúcar após armazenamento através de análises sensoriais, aplicando métodos de Preferência-Pareado e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ);

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 A empresa

A empresa possui sua origem em uma pequena fábrica de refrigerantes e cerveja fundada em 1924 no Vale do Taquari. Ao longo das décadas, cresceu e se modernizou. Atualmente possui destaque no ramo de fabricação de bebidas no Rio Grande do Sul e conta com aproximadamente 900 profissionais. Seu moderno parque industrial possui mais de 22000 m² de área construída e suas linhas de produção têm capacidade para produzir cerca de 420 milhões de litros de bebidas por ano.

Os seus produtos (refrigerantes, água mineral, energético, sucos e cervejas) são comercializados em todo o estado do Rio Grande do Sul e há algum tempo a empresa está entrando no mercado do estado de Santa Catarina, onde já escoar parte de sua produção. Para suprir toda esta demanda de produtos é necessário anualmente cerca de 10 mil toneladas de açúcar cristal, que alimentam o processo produtivo.

No que diz respeito exclusivamente a refrigerantes, a empresa produz cerca de 120 milhões de litros ao ano deste produto, com destaque para o sabor guaraná que é o mais comercializado pela empresa e que detém atualmente cerca de 30% do mercado gaúcho.

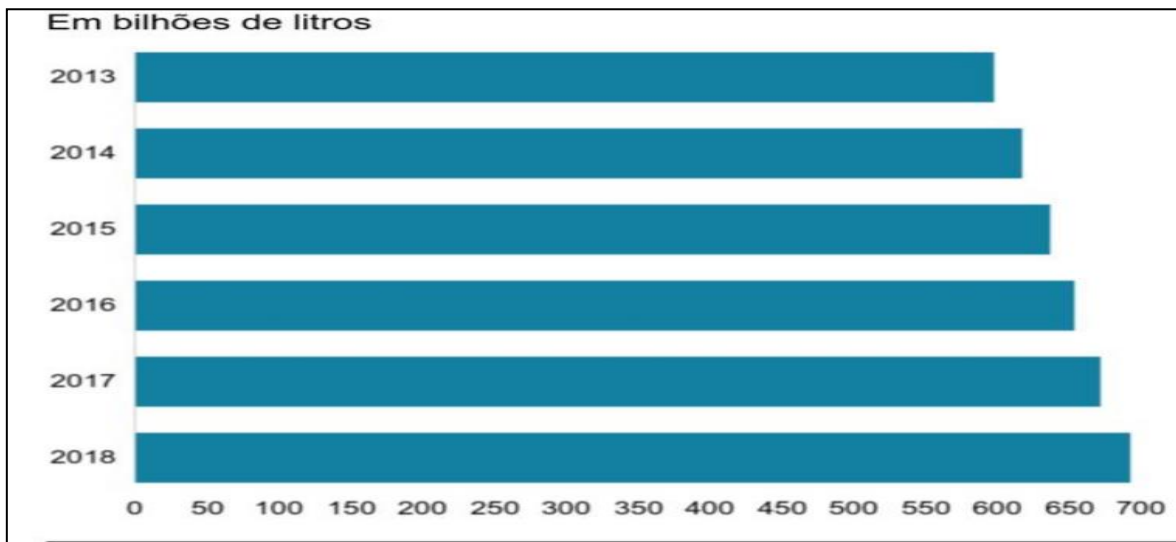
2.2 Refrigerantes: história e mercado

A origem desta bebida é um tanto incerta, mas remete a 1767 quando Joseph Priestley, um químico da Inglaterra, conseguiu adicionar gás carbônico artificialmente à água mineral (LIMA; FILHO, 2011) e seu consumo foi associado a poderes farmacêuticos, como curativo e tonificante, visto as atribuições terapêuticas das águas minerais já naquela época. As primeiras aprimorações do produto são atribuídas a dois farmacêuticos: David McBride que em 1867 pode ter desenvolvido um refrigerante com suco de limão e sais alcalinos, junto à água gaseificada; e também existem registros de Townseed Speakman, em 1870, que preparou a bebida a partir de água gaseificada, suco de frutas e flavorizantes (VENTURINI FILHO, 2016, p. 177).

A primeira marca registrada de refrigerantes surgiu nos Estados Unidos da América (EUA) com o nome de *Lemon's Superior Sparkling Ginger Alea* no ano de 1871 (LAUDAN; HAYES, 2009, p. 934). Em 1886, John Pemberton, um farmacêutico também dos EUA desenvolveu o refrigerante que daria início a história do mercado desta bebida no mundo, sendo a empresa denominada *The Coca Cola Company* (CHEMELLO, 2006, p. 3). No Brasil, há registros de que a indústria de refrigerantes surgiu em 1904 com empresas familiares e em 1921 surgiu a primeira grande fábrica de refrigerantes denominada Companhia Antarctica Paulista (VENTURINI FILHO, 2016, p. 177).

Não há dúvidas de que o produto se tornou um sucesso de mercado com o passar dos anos. No ano de 2017, cada brasileiro consumiu em média 61,82 litros de refrigerante um valor que apesar de estar decrescendo desde 2010 quando foi registrado consumo per capita de 88,9 litros por habitante (ABIR, 2017, texto digital), é bastante alto, visto que o Brasil ainda ocupa posição entre os 10 maiores consumidores da bebida no mundo, onde o consumo de refrigerantes está aumentando a cada ano, como pode ser observado na Figura 1 (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2018, *apud* BBC NEWS, 2019, texto digital).

Figura 1 – Gráfico do consumo de refrigerantes no mundo em bilhões de litros a cada ano



Fonte: Adaptado de Euromonitor International (2018, *apud* BBC NEWS, 2019, texto digital).

A partir do acordo firmado com o Ministério da Saúde, pelos fatores mencionados anteriormente acarretados pela quantidade excessiva de açúcar no refrigerante, a indústria de bebidas responsabilizou-se em diminuir 33,8% de açúcar de sua composição até o final do prazo (BRASIL, 2018).

Para alcançar este objetivo, as indústrias enfrentarão grandes desafios, pois a redução de açúcar de seus produtos deve ocorrer com a condição de que as características sensoriais sejam mantidas, visto que o sabor motiva a recompra do alimento. Uma estratégia a se adotar é a adição de edulcorantes calóricos (esteviosídeo, glicose, frutose, açúcar invertido dentre outros) e edulcorantes não-calóricos (acesulfame-K, ciclamatos, aspartame e outros) que devem ser rigorosamente escolhidos de acordo com o produto a ser aplicado, para evitar sabor residual (DUAS RODAS, 2018, texto digital).

De acordo com a revista Engarrafador Moderno (2016, texto digital) o processo de inversão da sacarose também é uma opção para redução de açúcares em refrigerantes, sendo a hidrólise da sacarose realizada pela enzima invertase na produção do açúcar invertido, o que permitiria uma redução de 5 a 15% da quantidade de açúcar no produto final.

Rodrigues et al (2000) em seu trabalho desenvolveu um xarope invertido, a partir do açúcar cristal, utilizando método de hidrólise heterogênea em meio ácido.

Seu produto foi desenvolvido com objetivo de atender os padrões de qualidade da indústria de refrigerantes e como resultado, obteve um xarope invertido sem alterações de sabor, cheiro ou cor. O produto também apresentou baixa concentração de hidroximetil furfural e boa qualidade microbiológica, atendendo as especificações para aplicação em refrigerantes.

O estudo realizado por CABRAL et al (2007) abordou a produção de açúcar invertido utilizando enzima invertase imobilizada por resinas de troca iônica. Sistemas utilizando enzimas imobilizadas mostram-se promissores, uma vez que favorecem sua reutilização no processo e produzem um xarope de alta qualidade. Como resultados do trabalho, foi determinado o melhor tipo de resina, foram obtidas as faixas de temperatura ótima, tempo de imobilização, pH, energia de ativação e os parâmetros para o modelo de inibição do processo.

Silva (2017) utilizou o método de acidificação para produzir açúcar invertido, onde seus melhores resultados foram obtidos ao utilizar como matéria-prima o açúcar cristal e ácido cítrico. Este ácido além de possuir o menor custo para o processo apresentou uma melhor taxa de inversão, menor presença de cor no xarope quando comparado ao ácido clorídrico e ao final originou um produto que atendeu aos padrões de qualidade das normas vigentes de comercialização.

2.3 Refrigerantes: definição

Refrigerantes, de acordo com Lima e Afonso (2009) são bebidas não alcoólicas com adição de gás carbônico encontrado em diversos sabores composto por ingredientes como: água, concentrados, açúcares ou edulcorantes, acidulantes, conservantes e aromatizantes.

Refrigerante também pode ser definido como uma bebida gaseificada com quantidade igual ou superior a 2,5 V (dois e meio volumes) de gás carbônico (CO₂), fabricada a partir de água potável, açúcar e suco ou extrato do vegetal de origem (VENTURINI FILHO, 2016, p. 178).

O decreto N°6.871 de 4 de junho de 2009, na seção II das bebidas não alcoólicas, caracteriza refrigerantes como:

Art. 23. Refrigerante é a bebida gaseificada, obtida pela dissolução, em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcar.

§ 1º O refrigerante deverá ser obrigatoriamente saturado de dióxido de carbono, industrialmente puro.

§ 2º Os refrigerantes de laranja, tangerina e uva deverão conter, obrigatoriamente, no mínimo dez por cento em volume do respectivo suco na sua concentração natural.

§ 3º Soda limonada ou refrigerante de limão deverá conter, obrigatoriamente, no mínimo, dois e meio por cento em volume de suco de limão.

§ 4º O refrigerante de guaraná deverá conter, obrigatoriamente, uma quantidade mínima de dois centésimos de grama de semente de guaraná (gênero Paullinia) ou seu equivalente em extrato, por cem mililitros de bebida.

§ 5º O refrigerante de cola deverá conter semente de noz de cola ou extrato de noz de cola (Cola acuminata).

§ 6º O refrigerante de maçã deverá conter, no mínimo, cinco por cento em volume em suco de maçã.

Art. 24. Soda é a água potável gaseificada com dióxido de carbono, com pressão superior a duas atmosferas, a vinte graus Celsius, podendo ser adicionada de sais minerais.

Parágrafo único. Soda aromatizada ou soda com aroma é a água potável gaseificada com dióxido de carbono, com pressão superior a duas atmosferas, a vinte graus Celsius, devendo ser adicionada de aromatizante natural e podendo ser adicionada de sais minerais, tendo sua denominação acrescida do aroma utilizado.

Art. 25. Água tônica de quinino é o refrigerante que contiver, obrigatoriamente, de três a sete miligramas de quinino ou seus sais, expresso em quinino anidro, por cem mililitros de bebida.

No Quadro 1 é possível observar um resumo do que determina a legislação para algumas características de ingredientes e refrigerantes no Brasil.

Quadro 1 – Características estabelecidas para refrigerantes de acordo com seu respectivo sabor

Sabor do refrigerante	°Brix do suco	% suco (v/v)	Açúcar	Acidez titulável (g/100 mL)
Uva	mínimo 14	mínimo 10	qsp	mínimo 0,03 em ácido tartárico
Laranja	mínimo 10,5	mínimo 10	qsp	mínimo 0,1 em ácido cítrico anidro
Abacaxi	mínimo 10	mínimo 10	qsp	mínimo 0,07 em ácido cítrico anidro
Maçã	mínimo 10	mínimo 5	qsp	mínimo 0,02 em ácido málico

Pera	mínimo 10	mínimo 5	qsp	mínimo 0,03 em ácido málico
Maracujá	mínimo 9	mínimo 3	qsp	mínimo 0,06 em ácido cítrico anidro
Limão ou soda limonada	Suco de limão com no mínimo 5% de acidez em ácido cítrico	mínimo 2,5	qsp	mínimo 0,125 em ácido cítrico
Guaraná	Semente de guaraná ou equivalente em extrato (20 mg/100mL); mín. 0,6 mg/100 mL de cafeína e mín. 1,0 mg/100 mL de tanino		qsp	mínimo 0,1 em ácido cítrico
Cola	Semente de noz-de-cola ou extrato de noz-de-cola (qsp); máx 20 mg/100 mL de caeína		qsp	mínimo 0,065 em ácido cítrico
Água tônica de quinino	Quinino ou seus sais (em quinino anidro) máx. 7 e mín. 3 mg/100 mL		qsp	qsp em ácido cítrico anidro
Vegetais	Suco ou sumo de verduras ou legumes ou parte de vegetal (mín. 10% v/v)		qsp	-
Extratos vegetais	Extratos naturais vegetais (qsp)		qsp	-
Misto de frutas	Suco de mais de uma fruta (mín. 5% v/v)		qsp	-
Misto de vegetais	Suco ou sumo de mais de uma verdura, legume, ou parte do vegetal, ou extrato vegetal (10% v/v)		qsp	-

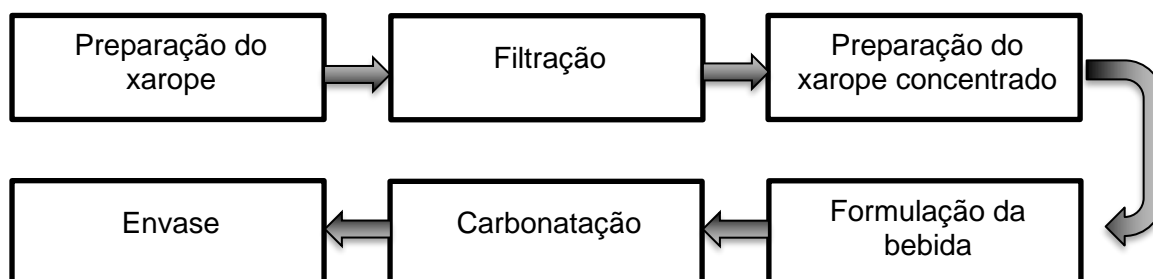
Misto de frutas e vegetais	Suco ou sumo de mais de uma fruta, verdura, legume, ou parte do vegetal ou extrato de mais de um vegetal (mín. 5% v/v)	qsp	-
----------------------------	--	-----	---

Fonte: Brasil (2009); Brasil (1998, *apud* VENTURINI FILHO, 2016, p. 179).

2.4 Processos para Fabricação de Refrigerantes

O fluxograma simplificado para o processo de fabricação de refrigerantes pode ser observado da Figura 2 e consiste em várias etapas, iniciando-se na elaboração do xarope simples através da dissolução do açúcar cristal em água potável sem presença de cloro. Passando por processo de filtração, para clarificação, remoção de odores e impurezas. Posteriormente este xarope é concentrado com quantidade de sólidos solúveis pré-estabelecida (com unidade de medida padrão em °Brix). O xarope simples filtrado, concentrado e em temperatura ambiente é adicionado de todos os ingredientes pertinentes a sua fórmula em tanques de aço inoxidável sob agitação. Na próxima etapa o xarope composto é diluído em água na proporção em que demanda o processo e carbonatado, sendo envasado no mesmo momento (LIMA; FILHO, 2011, p. 65).

Figura 2 – Fluxograma simplificado para produção de refrigerantes



Fonte: Adaptado de Lima e Filho (2011 p. 66).

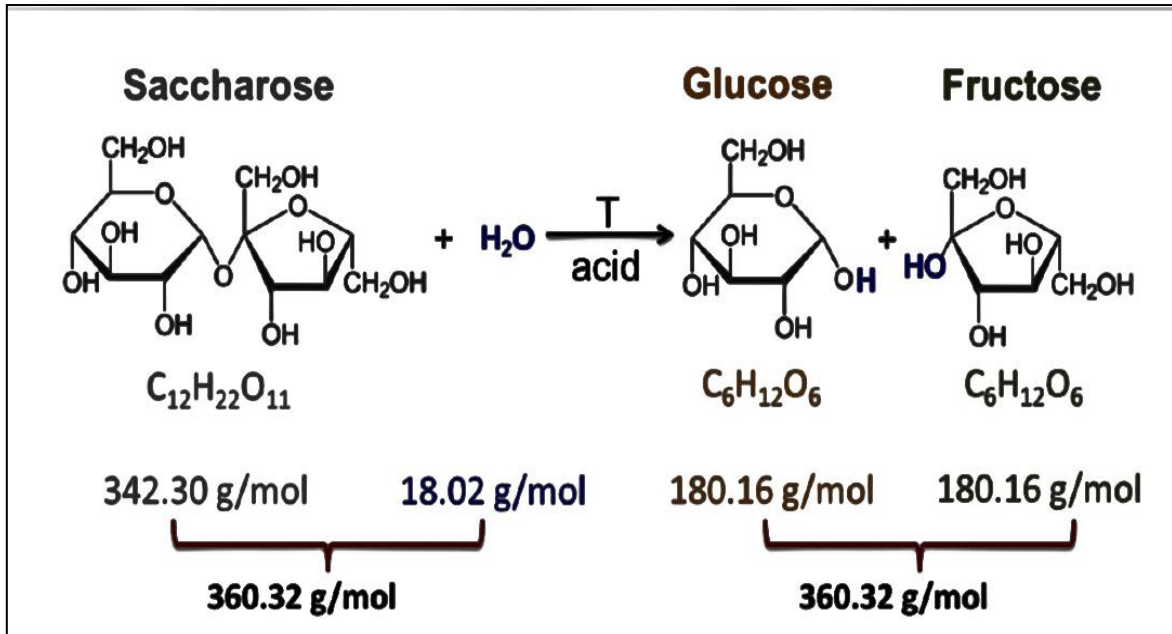
2.4.1 Preparação do xarope simples

Em médias e grandes empresas fabricantes de refrigerantes, o xarope simples é obtido pelo processo quente, com a dissolução do açúcar cristal (sacarose granulada) em água potável livre de cloro a temperatura aproximada de 82°C. Em seguida, o xarope é clarificado em carvão ativado e filtrado para remoção de impurezas (EMBRAPA, 2010, p. 20).

O xarope simples é preparado em uma sala isolada denominada xaroparia simples, que é composta basicamente por: tanque dissolvedor/fervedor, filtro de placas e trocador de calor (todos construídos em aço inoxidável). A sua concentração usual na indústria de refrigerantes é de 60°B (60 g de sacarose em 100 g de solução). Para realização do processo o açúcar é homogeneizado em água quente sob agitação no dissolvedor, sua temperatura é elevada a $85 \pm 5^\circ\text{C}$, a seguir passa por clarificação em carvão ativado, segue para filtro de placas sob pressão em terra diatomácea para purificação, é resfriado em trocador de calor para 15°C a 20°C e após é estocado por no máximo 12 horas em tanques de aço inoxidável termicamente isolado para manter a condição ideal de utilização em refrigerantes (VENTURINI FILHO, 2005, p. 157 - 160).

Durante a elaboração do xarope simples a sacarose pode ser forçada a um processo de inversão, onde este dissacarídeo sofre hidrólise em meio ácido ou pela presença da enzima invertase, como descrito nas Figuras 3 e 4, liberando dois monossacarídeos isômeros: a frutose e a glicose em iguais proporções, podendo restar residual de sacarose quando a inversão for incompleta. Tomando-se por base 1,0 o nível de doçura da sacarose, a glicose e frutose apresentam doçura igual 0,74 e 1,74 respectivamente. Em uma solução equimolar de frutose e glicose obtêm-se uma média de dulçor igual a 1,24 vezes maior do que a sacarose (FIB, N/D, p. 29).

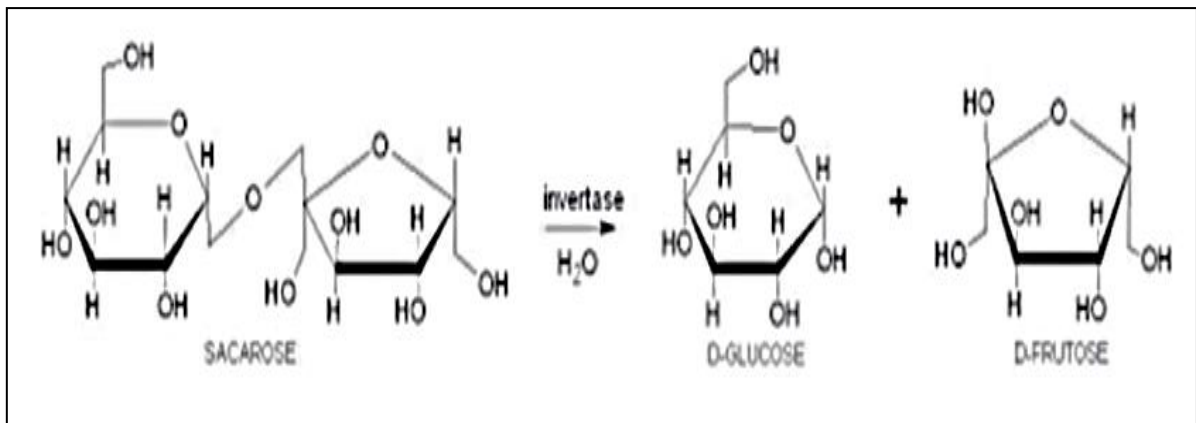
Figura 3 – Processo de inversão da sacarose em meio ácido



Fonte: Adaptado de Anton Paar GmbH (N/Da, p. 1).

Na hidrólise da sacarose em solução, tanto por método enzimático quanto por acidificação, ocorre a ruptura desta molécula exatamente entre o núcleo da furanose (anel de cinco lados que origina a frutose) e piranose (anel de seis lados que origina a glicose), onde ocorre a absorção da molécula de água e consequente formação da glicose e da frutose (MARIGNETTI; MONTOVANI, 1980 *apud* PODADERA, 2007, p. 5).

Figura 4 – Processo de inversão da sacarose em presença de enzima invertase



Fonte: Adaptado de Revista Engarrafador Moderno (2016, texto digital).

De acordo com Groff (2010, *apud* SILVA; ASSUNÇÃO e SOUZA FILHO, 2018, p. 8) o termo inversão se dá pelo fato de a sacarose desviar um plano de luz polarizada

para a direita (substância dextrógira) em uma ordem de $+65,5^\circ$ e quando hidrolisada em D - glicose e L - frutose, a D - glicose que também é dextrógira com desvio da luz polarizada em $+52,5^\circ$ e a L - frutose que desvia o plano de luz polarizado para a esquerda (substância levógira) na ordem de $-92,0^\circ$ somam um valor de desvio negativo igual $-39,5^\circ$, ou seja, o açúcar inverte seu ângulo de rotação.

A reação de inversão total da sacarose gera uma massa maior de açúcares do que no início do processo, pois, a sacarose possui massa molar igual $342,3 \text{ g/mol}$ enquanto os isômeros frutose e glicose juntos possuem massa $360,32 \text{ g/mol}$ devido à agregação da molécula de água na reação de inversão, como demonstrado na Figura 3. Este comportamento acarreta um aumento de 5% da quantidade de açúcares. Caso o cálculo de açúcar para formulação de refrigerantes seja baseado no xarope fresco (não invertido), existe risco de ocorrer à inversão total ou parcial da sacarose posteriormente e a super dosagem de açúcar será uma consequência (ANTON PAAR, N/D, p. 2).

Para Souza (1994, p. 3) os dissacarídeos têm como propriedade, hidrolisar-se na presença de agentes inversores para formar dois açúcares simples, os quais lhe deram origem. No caso da sacarose, os principais agentes inversores são: abaixamento do pH, aumento de temperatura e ação enzimática (enzima invertase).

É importante ressaltar que o açúcar em forma de xarope simples adicionado ao processo de fabricação do refrigerante, mesmo que anteriormente não tenha sofrido processo forçado de inversão, poderá ser convertido em glicose e frutose devido à acidez característica do produto acabado (VENTURINI FILHO, 2005, p. 145).

2.4.2 Preparação do xarope composto

Nesta etapa do processo são adicionados os ingredientes que irão constituir o refrigerante e o °Brix é ajustado com adição de água caso necessário. O procedimento é realizado em tanques de aço inoxidável sob agitação controlada para evitar incorporação de gás oxigênio (O_2). Os ingredientes são adicionados lentamente e em uma ordenação correta (xarope simples, conservante, acidulante, antioxidante, suco

de fruta, aromatizante, corante) para que sejam evitadas turvações e precipitações indesejáveis. Ao finalizar a preparação do xarope composto o controle de qualidade deve realizar análises de °Brix, acidez, Ratio (relação entre °Brix e acidez), turbidez, cor e sensorial, para só então seguir para próxima etapa (VENTURINI FILHO, 2005, p. 160).

2.4.3 Diluição, carbonatação e enchimento

O xarope composto é combinado com água e saturado com dióxido de carbono (CO_2) e em seguida a bebida é envasada em embalagens sanitizadas (EMBRAPA, 2010, p. 21).

Os equipamentos mais utilizados para realização deste processo são: desaerador (para remover O_2 do xarope composto), misturador (para diluir o xarope composto em água na correta proporção) e o carbonatador (para dissolver o CO_2 na mistura) (VENTURINI FILHO, 2005, p. 161). A quantidade de CO_2 a ser dosada na bebida é medida por unidade padrão de volumes (v/v), ou seja, volume de CO_2 por volume de bebida em condições normais de temperatura e pressão (CNTP, ou seja, 0°C e 1 atmosfera). Cada sabor de refrigerante possui um padrão diferente de carbonatação de acordo com suas características particulares (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 2).

O envasamento é efetuado em máquinas chamadas enchedoras, que garantem a sanidade do processo sem perdas de CO_2 ou incorporação de O_2 na bebida (VENTURINI FILHO, 2010, p. 194). O refrigerante é envasado em embalagens que podem ser garrafas de vidro, latas de alumínio ou garrafas de poli etileno tereftalato (PET) logo em seguida é lacrado e rotulado (LIMA; FILHO, 2011, p. 66). As embalagens prontas seguem por esteiras transportadoras para empacotadora, onde ocorre seu agrupamento para serem envolvidas por filme termo – encolhível e passarem por um forno onde serão formados os pacotes para comercialização (EMBRAPA, 2010, p. 24).

2.5 Ingredientes que compõe os refrigerantes

2.5.1 Água

É o ingrediente majoritário em refrigerantes (entre 85 e 93%) e é responsável por dissolver uniformemente os demais ingredientes sem interferências negativas no sabor do produto. A água utilizada no processo de fabricação de xaropes e refrigerantes deve ser a mais pura possível, atendendo as legislações das autoridades de saúde vigentes e muitas vezes sendo tratadas para que atinja os requisitos necessários para utilização. São requisitos mínimos esperados para água de formulação: que seja desclorada, possua alta qualidade sanitária, baixa alcalinidade, teor regular de minerais (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 2), ausência de íons ferro por causar sabores indesejáveis ao reagir com substâncias aromáticas (VENTURINI FILHO, 2010, p. 180) e ausência de bactérias e coliformes totais (ANVISA, 2004, *apud* EMBRAPA, 2010, p. 15).

2.5.2 Açúcar

Utilizado para adoçar a bebida, dar corpo e realçar o sabor dos componentes e consequentemente elevar o valor calórico dos refrigerantes. É adicionado em uma proporção de 8 a 12% do volume total da bebida. O comumente utilizado é a sacarose, um carboidrato classificado como dissacarídeo de fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$ que é obtido através da condensação dos monossacarídeos glicose e frutose da cana de açúcar. O açúcar deve atender a requisitos mínimos para ser utilizado na produção de refrigerantes, como pode ser observado no Quadro 2 (VENTURINI FILHO, 2010, p. 180).

Quadro 2 – Requisitos mínimos do açúcar cristal para elaboração de refrigerantes.

Características	Limites máximos
Polarização	99,5 – 100%
Cor (unidade ICUMSA)	60 unidades
Turbidez (unidade ICUMSA)	45 unidades
Cinzas condutimétricas	0,035%
Dióxido de enxofre (SO ₂)	20 miligramas/ Quilograma de amostra
Arsênio (As)	1 miligramas/ Quilograma de amostra
Cobre (Cu)	2 miligramas/ Quilograma de amostra
Chumbo (Pb)	1 miligramas/ Quilograma de amostra
Mercúrio (Hg)	0,05 miligramas/ Quilograma de amostra
Pontos pretos	20 unidades/ 100 g de amostra
Odor-sabor	Nenhum
Presença de flóculos	Nenhum

Fonte: Adaptado de Venturini Filho (2010, p. 181).

2.5.3 Conservantes

Previne contaminações microbiológicas e promove o aumento da vida de prateleira do produto acabado. São alguns exemplos de conservantes utilizados na indústria de refrigerantes: benzoato de sódio, antioxidantes (ácido ascórbico), sorbato de potássio (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 6).

2.5.4 Acidulantes

Promove acidez a bebida, compensando o dulçor do açúcar e complementando sabor e aroma característico do refrigerante, para tanto é necessário um correto controle de acidulação. Os ácidos por reduzirem o pH também atuam na prevenção de contaminações microbiológicas. Os principais ácidos utilizados são: ácido cítrico anidro (utilizado na maioria dos refrigerantes), ácido fosfórico (em refrigerantes de cola), ácido tartárico (em refrigerantes de uva) (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 7 - 30).

2.5.5 Sucos concentrados

São sucos naturais extraídos de frutas sendo concentrados em até dez vezes a concentração inicial e preservados pela ação de pasteurização e (ou) adição de conservantes, sendo estocados sob refrigeração e dosados na composição dos refrigerantes de acordo com a determinação da legislação brasileira considerando cada sabor (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 7 - 32).

2.5.6 Concentrados

São misturas dos componentes básicos da fabricação de refrigerantes que aferem as características sensoriais de cada sabor, como: aromatizantes (óleos essenciais, aromas e extratos) naturais ou artificiais (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 8).

2.5.7 Corantes

Possuem função de fornecer coloração agradável ao refrigerante e que faça jus a fruta ou extrato que lhe empresta o nome. Os corantes podem ser naturais

(caramelos e carotenos) ou artificiais (amarelo tartrazina, amarelo crepúsculo, amarantho, vermelho sólido (Bordeaux) e azul escuro), sendo estes regulados pela legislação brasileira (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 39).

2.5.8 Gás carbônico (CO₂)

É utilizado com alto grau de pureza e tem função de realçar o sabor e aparência do refrigerante, aumenta acidez do produto acabado e conseqüentemente contribui para inibição de contaminação microbológica (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 8).

2.6 Controles de qualidade

Os refrigerantes se enquadram no grupo dos produtos alimentícios, e por tanto os equipamentos e utensílios aos quais são utilizados para sua produção, assim como as pessoas que trabalham no processo devem estar livres de qualquer contaminação química, física ou microbológica (VENTURINI FILHO, 2016, p. 187).

Para um processo seguro de produção de refrigerantes, é indispensável que sejam utilizadas matérias primas de excelente qualidade em um ambiente saneado e sob aplicação de procedimentos operacionais padrão, para que assim sejam evitados riscos ao consumidor (EMBRAPA, 2010, p. 10).

Os refrigerantes durante todos os processos de sua elaboração recebem acompanhamento para garantia da qualidade e identidade do produto final (VENTURINI FILHO, 2005, p. 164). Os principais controles podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3 – Principais controles de qualidade em fabricação de refrigerantes

Etapa do processo	Controles
Água para processos	Microbiologia, cloro, turbidez, alcalinidade, dureza e ferro

Xarope simples	Aspecto visual, microbiologia, pH, °Brix, cor, e turbidez
Xarope composto	Microbiologia, °Brix, acidez, Ratio, pH e cor
Refrigerante	Microbiologia, concentração de CO ₂ , °Brix, cor, acidez, turbidez, Ratio e pH.

Fonte: Adaptado de Venturini Filho (2005, p. 164).

Para realização das análises, o xarope composto é reconstituído (geralmente na proporção 1 + 5) pelo controle de qualidade, simulando a diluição que irá ocorrer na elaboração do refrigerante (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 8).

A medida de graus Brix (°Brix) representa a quantidade de sólidos solúveis na amostra e em controle de qualidade de bebidas não alcoólicas é medido por método refratométrico a 20°C em refratômetros tipo Abbe ou por equipamento automático como densímetros digitais eletrônicos (BRASIL, 2005, p. 1).

Ratio é a relação de equilíbrio entre os sabores ácido e doce, sendo um valor obtido pela divisão dos valores de °Brix pelo respectivo valor de acidez. Variações de °Brix e acidez são aceitáveis enquanto o valor de Ratio se mantém constante, pois desta forma as alterações não são perceptíveis sensorialmente (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 31).

O pH é determinado por processo eletrométrico através de potenciômetros (pHmetro) adaptados para leitura direta e precisa do analito (IAL, 2008, p. 104).

A turbidez pode ser determinada pelo método nefelométrico, com utilização de turbidímetro, sendo o resultado expresso em unidades de turbidez (UT) e indica a presença de materiais suspensos que interferem nas propriedades ópticas de espalhamento e absorção de luz da amostra (IAL, 2008, p. 386).

O volume de CO₂ de acordo com instrução do Instituto Adolfo Lutz (2008, p. 468) pode ser realizado pelo equipamento de leitura direta do gás, com expressão do resultado digital ou também pode ser medido através da relação temperatura e pressão interna do produto com auxílio de tabelas específicas fornecidas por fabricantes de equipamentos analógicos.

Acidez – realizada por método titulométrico, com solução de NaOH (hidróxido de sódio) 0,1N (Normal), onde 1 mL (mililitro) da solução equivale 0,0064 g (gramas) de ácido cítrico ou 0,0490 g (gramas) de ácido fosfórico, sendo o resultado expresso em mg (miligramas) de ácido por 100 mL de bebida (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 8).

Após análises do controle de qualidade, deve ser realizado teste de prateleira no produto acabado (teste de estabilidade). Onde amostras representativas de cada fabricação são estocadas pelo tempo de duração da validade e são observadas regularmente quanto a aparência do produto e embalagem. Em caso de não-conformidade, a bebida deve ser submetida a análises físicas – químicas e microbiológicas para detectar origem da anomalia (CASSIA DE SOUZA, 1994, p. 8).

2.7 Análise sensorial

Em uma indústria de bebidas, é imprescindível que haja constante atualização quanto ao desenvolvimento de novos produtos que atendam às necessidades e demandas dos consumidores. Uma estratégica ferramenta para avaliar a aceitação do produto pelo consumidor e melhorar a performance da empresa é a análise sensorial (DUAS RODAS, 2018, texto digital).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993, apud TEIXEIRA, 2009, p.12) a análise sensorial é “a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição”.

Os alimentos e bebidas possuem atributos sensoriais que podem ser agrupados em cinco classes de acordo com seu estímulo aos sentidos e juntos formam a percepção do alimento como um todo. Estes atributos são: aparência (turbidez, transparência, suspensões e cor), textura (viscosidade, consistência, suculência, oleosidade, umidade), sons (crocância), gostos (doce, salgado, azedo, amargo e *umami*) e aromas (percepção olfativa) (VENTURINI FILHO, 2011, p. 184).

De acordo com Venturini Filho (2011 p. 187) análises sensoriais devem ser realizadas por métodos procedimentais que diminuam a probabilidade de erro nos resultados, para tanto algumas ações devem ser tomadas, como:

Provadores – devem possuir boa memória, ser treinados ou selecionados, estar em bom estado de saúde, devem estar motivados, não devem ter se alimentado, fumado ou escovado os dentes em horários próximos ao teste (VENTURINI FILHO, 2011, p. 187).

Amostras – devem ser uniformes, servidas em temperatura típica de consumo e em embalagem inerte, devem também conter identificação composta por código de três dígitos aleatórios (VENTURINI FILHO, 2011, p. 188).

Ambiente – preferencialmente estas análises devem ser realizadas em laboratórios apropriados projetados especialmente para este fim, sendo a temperatura e umidade do ar controlados. O ambiente deve possuir cabines individuais que impossibilitem comunicação entre provadores e evitando o contato com a preparação da amostra e deve também ser iluminado de forma que a cor da amostra não interfira no resultado, caso este atributo não esteja em evidência (VENTURINI FILHO, 2011, p. 189).

Existem diversos métodos para análise sensorial, sendo estes escolhidos de acordo com o objetivo específico e para cada tipo de método existe um perfil de juiz ou provador ideal a ser selecionado. Os tipos de análise sensorial são divididos em quatro grupos principais sendo estes subdivididos em análises mais específicas. Os principais grupos de métodos para análises sensoriais podem ser observados no Quadro 4 (TEIXEIRA, 2009, p. 18).

Quadro 4 – Métodos para análise sensoriais e seus testes

Métodos para análise sensorial	Finalidade do teste	Tipos de testes realizados
Métodos afetivos	Manifestação pessoal da preferência ou aceitação do produto.	Teste de preferência; Teste de aceitação.

Métodos por diferença ou discriminativos	Indica diferença ou não entre as amostras analisadas.	Teste pareado; teste duotrio; Teste triangular; Teste de ordenação; Teste por comparação múltipla; Teste de escala; Teste de duração.
Método analítico ou descritivo	Informam e (ou) quantificam os atributos analisados no produto	Teste de amostra única; Análise descritiva quantitativa (ADQ); Teste de escalas; Teste de duração.
Métodos de sensibilidade	Avaliam a sensibilidade do julgador (limite mínimo detectável para uma certa substância).	Teste de sensibilidade.

Fonte: Adaptado de Teixeira (2009, p. 18-20).

Em seu trabalho, Teixeira (2009, p. 17) também explica algumas características e pré-requisitos para aplicação dos testes de análise sensorial, como por exemplo, o método a ser aplicado, o número de amostras servidas e testadas, o número de juízes e a finalidade de cada teste, sendo expressas estas particularidades de forma mais sucinta na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplos de métodos sensoriais e pré-requisitos

MÉTODO	Nº DE AMOSTRAS		Nº DE	FINALIDADE
	TESTADAS	SERVIDAS	JUÍZES	
ESCALA				
Descritiva	1-6	1-6	5-15	Seleção da amostra.
Numérica	1-6	1-6	5-12	Seleção da amostra.
Composta	1-4	1-4	5-12	Avaliação comparada.
DIFERENÇA				

Triangular	1	3	6-25	Detectar diferença quando as variações entre as amostras são pequenas.
Duo-trio	1	3	6-25	Detectar diferenças quando existem variações entre as amostras e para treinamento.
Comparação pareado	2	8	5-12	Detectar pequenas diferenças quando há pequena variação entre as amostras.
Comparação múltipla	1-4	1-5	5-12	Detectar diferenças de intensidade média quando há pequena variação entre as amostras.
ANALÍTICO				
Estímulo único	1	1	6-25	Detectar sabor estranho
Perfil de sabor	1	1	4-6	Detectar sabor estranho ou mudança de sabor, descrever o sabor de produtos novos, análise de sabor

Fonte: Laboissière et al. (2001, *apud* Teixeira, 2009, p. 17).

Ao final os resultados são registrados pelos julgadores em fichas específicas, de acordo com o tipo de teste e atributos julgados e os resultados finais são tabulados e analisados utilizando tabelas de análise estatísticas de dados binomial ou qui-quadrado (que especificam o número mínimo de respostas em relação ao número de amostras em vários níveis de significância), Análise de Variância (ANOVA) e testes de média Tukey (quando não há amostra padrão) ou Dunnet (existe amostra padrão) (VENTURINI FILHO, 2011, p. 190 - 211).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para realização dos ensaios, a empresa alvo deste estudo apoiou o desenvolvimento do projeto, para tanto, disponibilizou os equipamentos para realização das análises propostas, uma linha de produção de refrigerantes equipada com controle *on-line* de °Brix e CO₂ do produto, que possibilitou a produção de uma pequena quantidade de amostras de refrigerante. Também foi disponibilizado uma equipe treinada em análise sensorial e uma sala para avaliação dos atributos da bebida.

Foram utilizadas 23 amostras de refrigerante de guaraná em embalagens PET na forma fresca e inalteradas para analisar o potencial médio de inversão de sacarose utilizando um analisador de bebidas empacotadas (*The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer* – Anton Paar).

Para verificar a ocorrência da inversão da sacarose projetada, foram produzidas amostras de refrigerante sabor guaraná com teor 5% reduzido de açúcar envazados em embalagem PET com a utilização de uma linha de produção que possui controle *on line* de °Brix (*Cobrix 5 Multibev bypass* – Anton Paar).

A construção de tabelas, gráficos e cálculos para análises estatísticas foram efetuados com a utilização do *software* de computador *Microsoft® Office Excel*.

3.2 Metodologia

Foram produzidas amostras de refrigerante sabor guaraná para avaliar a evolução de °Brix em função do tempo de armazenamento, sendo a quantidade de amostras suficiente para que as análises fossem realizadas em triplicata. O °Brix foi medido em refratômetro automático de bancada (RX-5000 alpha – ATAGO) observado na Figura 5. O método obedeceu ao procedimento padrão estabelecido pela própria empresa e o manual de instruções do equipamento. O acompanhamento ocorreu diariamente durante os 14 primeiros dias e posteriormente aleatoriamente até 270 dias. Estas amostras foram alocadas em temperatura ambiente, em local seco, fresco e arejado. Os resultados encontrados foram tabelados em planilha de *Microsoft® Office Excel* e dispostos de forma gráfica para melhor observação da evolução da inversão em função do tempo.

Figura 5 – Refratômetro de bancada modelo RX-5000 alpha – ATAGO

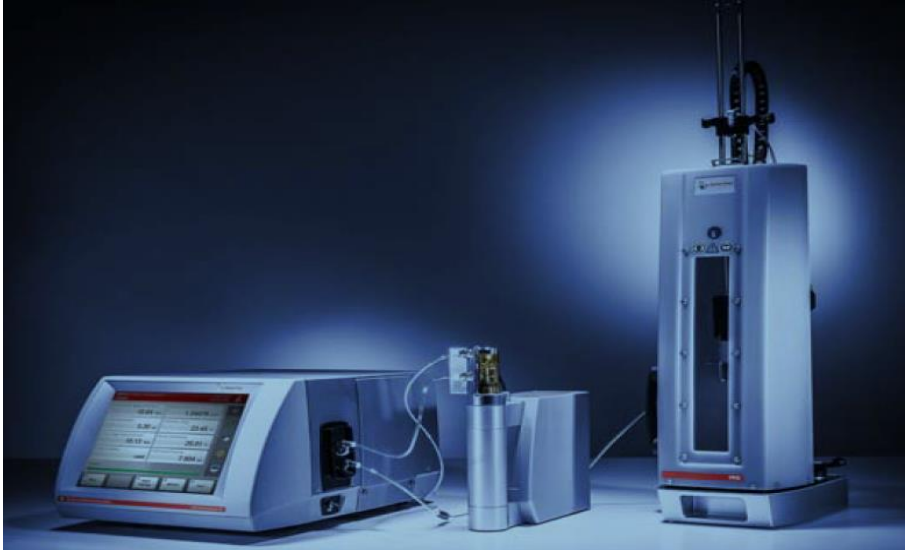


Fonte: Do autor (2020).

Paralelamente a este teste, foram analisadas amostras em um analisador de bebidas empacotadas (*The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer* – Anton Paar) observado na Figura 6 de acordo com o procedimento padrão estabelecido pela empresa. Este equipamento de acordo com o fabricante é capaz de medir °Brix real, °Brix fresco e °Brix invertido, ou seja, ele indica o teor de sólidos inicial, atual e faz previsão de quanto estará ao final da inversão dos açúcares. Sua base de cálculos se

dá pelos dados gerados por um sensor de densidade e de velocidade do som, com precisão de resultados na ordem 10^{-6} . Este equipamento esteve disponível por período limitado na empresa, pois foi cedido pelo fabricante apenas para teste e demonstrações de funcionamento.

Figura 6 - Analisador de bebidas empacotadas - *The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer* – Anton Paar utilizado em bancada

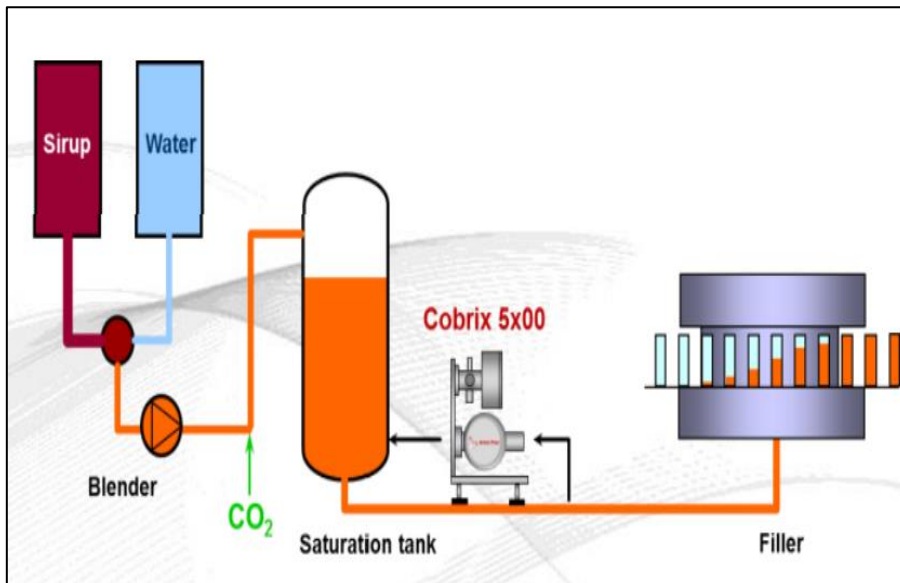


Fonte: Anton Paar GnbH (N/Da, p. 4).

Como o analisador de bebidas permaneceu em poder da empresa por curto período de tempo, os teste de redução de açúcar foram realizados em sua integralidade mesmo antes de se conhecer o tempo real de inversão do refrigerante de guaraná, para tanto, considerando a inversão da sacarose projetada pelo equipamento *The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer*, uma produção piloto de bebida com °Brix 5% inferior ao limite mínimo padrão foi efetuada em linha de produção. Após o repouso de 14 dias, estas amostras foram submetidas a análise sensorial de preferência-pareado e ADQ.

A empresa possui instalado uma outra versão deste analisador, que é ligado diretamente na linha de produção, se trata do *Cobrix 5 Multibev bypass* – Anton Paar, que possui funcionalidades de leitura muito parecidas, porém não possibilita analisar o produto após o engarrafamento. Este equipamento é interligado a um *bypass* diretamente no processo produtivo, como pode ser observado na Figura 7 que através de uma sonda, envia sinal para um supervisório acessível ao operador e controle de qualidade, por onde é possível visualizar e alterar os parâmetros do processo.

Figura 7 – Diagrama de instalação do *Cobrix 5 Multibev bypass* – Anton Paar em uma linha de produção de refrigerantes



Fonte: Anton Paar GnbH (N/Db, p.5).

Este equipamento realiza o acompanhamento em tempo real da produção gerando leituras instantâneas de °Brix e CO₂, tornando-se um importante aliado no controle de qualidade dos refrigerantes, principalmente quando em conjunto com a versão de bancada, o *The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer* – Anton Paar. Com ele, tornou-se possível efetuar uma pequena produção piloto com teor reduzido de açúcares, acompanhada com o mesmo nível de precisão do equipamento de bancada.

Os resultados gerados pelo equipamento em linha de produção foram enviados simultaneamente para dois supervisórios, um localizado na própria máquina responsável pelo envase e acessível ao operador (Figura 8) e outro no setor de Controle de Qualidade (Figura 9).

Figura 8 – Supervisório do *Cobrix 5 Multibev bypass* – Anton Paar disponível ao operador da linha de envase



Fonte: Do autor (2020).

Através da interface destes supervisórios é possível realizar dentre suas várias aplicações, principalmente a leitura da concentração atual de açúcar no refrigerante e estimar sua concentração após a inversão total.

Figura 9 – Supervisório do *Cobrix 5 Multibev bypass* – Anton Paar disponível ao controle de qualidade



Fonte: Do autor (2019).

Para realização da produção piloto do refrigerante com teor reduzido de açúcares, foi necessário agendamento de forma sincronizada com os setores de PCP, Controle de Qualidade e a linha de produção específica. Esta produção se fez necessária para garantir a fidedignidade do teste nas condições reais de preparação do produto, porém em quantidade mínima possível para controle de perdas. As embalagens produzidas foram segregadas da produção e postas em repouso para inversão, por 14 dias. Este tempo seria um tempo máximo que empresa poderia armazenar o produto no estoque para inversão sem distribuir, caso estivesse disponível para se comercializar.

Posteriormente ao período de inversão, as amostras com teor reduzido de açúcar foram comparadas através de análise sensorial com uma produção de refrigerante de mesmo sabor, inalterada e fresca, coletadas da linha de produção momentos antes do teste. Os testes de análise sensorial foram realizados por equipe de avaliadores treinada pela própria empresa. Foram realizados dois métodos de avaliação sensorial: Teste de Preferência-Pareado e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

A ADQ foi realizada em sala disponibilizada pela própria empresa, com boa iluminação, em ausência de ruídos e odores em uma mesa redonda. A equipe de avaliadores foi composta por 12 julgadores. Os testes foram compostos por duas amostras codificadas com três dígitos aleatórios e o registro dos resultados ocorreu em fichas de escalas não estruturadas de 9 cm como na Figura 10, considerando o atributo dulçor dos refrigerantes sabor guaraná testados, onde o lado esquerdo da escala tende a fraco e para o lado direito da escala tende a forte. Ao final da avaliação um campo para preenchimento de comentários também foi disponibilizado aos avaliadores.

Os resultados foram tabelados em planilha de *Microsoft® Office Excel* e o atributo dulçor foi submetido a Análise de Variância (ANOVA) por fator duplo sem repetição considerando significância com 95% de confiança, de acordo com método sugerido por Duas Rodas (2019, p.40). Neste método a amostra codificada 613 correspondeu ao refrigerante padrão e a amostra codificada 219 ao refrigerante com teor reduzido de açúcares.

Figura 10 – Ficha para preenchimento em análise sensorial de Perfil Descritivo Quantitativo utilizado.

Nome: _____
Data: / /

Perfil Descritivo Quantitativo (PDQ)

Avalie cuidadosamente as amostras de REFRIGERANTE GUARANÁ, quantificando o atributo DOCE, utilizando a escala não estruturada, fazendo um traço na vertical na posição que melhor refletir sua opinião

Fraco

Forte

613 | _____ |

Fraco

Forte

219 | _____ |

Comentários: _____

Muito Obrigado!

Fonte: Do autor (2019).

O Teste de Preferência foi realizado por 11 dos 12 avaliadores treinados que foram convidados a participar do teste. O local da avaliação possuía uma mesa redonda, boa iluminação, ausência de ruídos, odores e se aplicou de acordo com o modelo pareado-preferência disponível pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008, p. 315). O teste foi composto por duas amostras codificadas com três dígitos e as preferências foram registrados em fichas padrão de teste de preferência-pareado como na Figura 11. Os dados foram analisados em tabela de número mínimo de significância com $p = 0,05$ em nível de probabilidade bilateral (1/2), preferência (ANEXO A) (ABNT, NBR 13088, 1994, *apud* IAL, 2008 p. 302). Neste método amostra codificada 815 correspondeu ao refrigerante padrão e a amostra codificada 732 ao refrigerante com teor reduzido de açúcares.

Figura 11 - Ficha para preenchimento em análise sensorial preferência pareado.

Nome: _____	Data: / /
Teste de Ordenação – Preferência Pareada	
<p>Você está recebendo duas amostras codificadas de REFRIGERANTE GUARANÁ identifique com um círculo a sua amostra preferida.</p>	
815	732
<p>Comentários: _____</p> <p>_____</p>	
Muito Obrigado!	

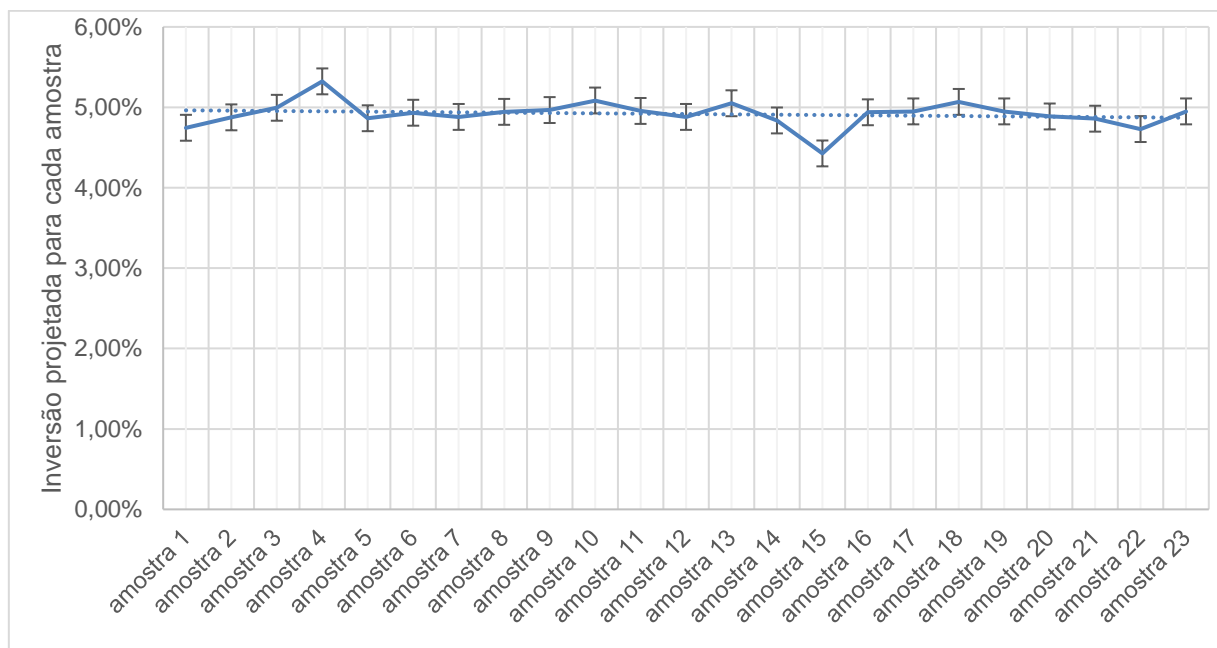
Fonte: Do autor (2019).

Ao final da ficha de preenchimento entregue aos avaliadores, também foi disponibilizado um campo para anotação facultativa de comentários a respeito das amostras provadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas leituras de °Brix em 23 amostras de refrigerantes sabor guaraná no analisador de bebidas empacotadas Anton Paar (*The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer* – Anton Paar), constatando-se uma projeção de aumento médio de °Brix de 4,93% e desvio padrão de 0,45% após a inversão como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Gráfico com a projeção de inversão da sacarose em amostras frescas de guaraná analisadas no *The PBA-SI M Packaged Beverage Analyzer* – Anton Paar



Fonte: Do autor (2019).

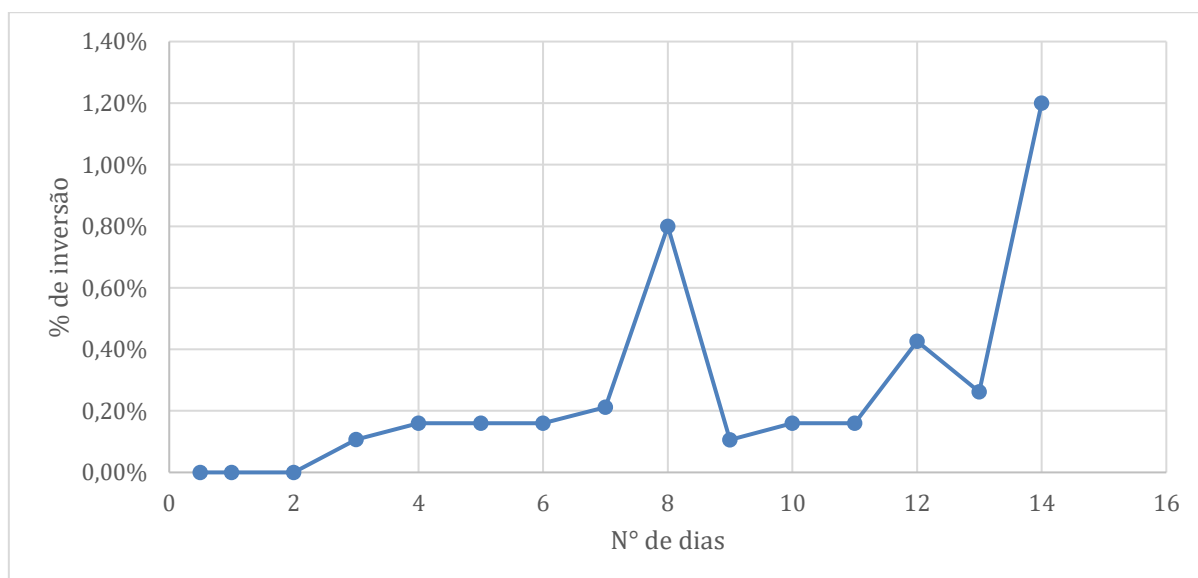
O analisador de bebidas fornece o valor em que o refrigerante possui potencial para inversão, porém não é possível estimar o tempo em que está reação irá ocorrer,

o que deixa a empresa dependente de conhecer a velocidade em que este processo ocorre. De acordo com Venturini Filho (2005, p.145) para que a inversão possa ocorrer, quando o produto não recebe tratamento que acelere este processo, dependerá de suas características físico-químicas, principalmente ligadas ao aumento da acidez, sendo por tanto o refrigerante sabor cola o mais comum onde se observa este processo.

Em um trabalho realizado por Santos et al (2016, p. 186 - 194), amostras de refrigerante sabor guaraná (RG.A e RG.B), sabor cola (RC.A e RC.B), sabor guaraná zero (RZG.B) e sabor cola zero (RZC.A) de diferentes marcas foram avaliados quanto a sua composição em açúcares redutores (principalmente glicose e frutose) e não redutores (sacarose) através do método titulométrico de Eynon-Lane. Os resultados mostraram que os refrigerantes sabor cola possuíam maior concentração de açúcares redutores do que os refrigerantes sabor guaraná, corroborando com a explicação de Venturini Filho (2005, p.145).

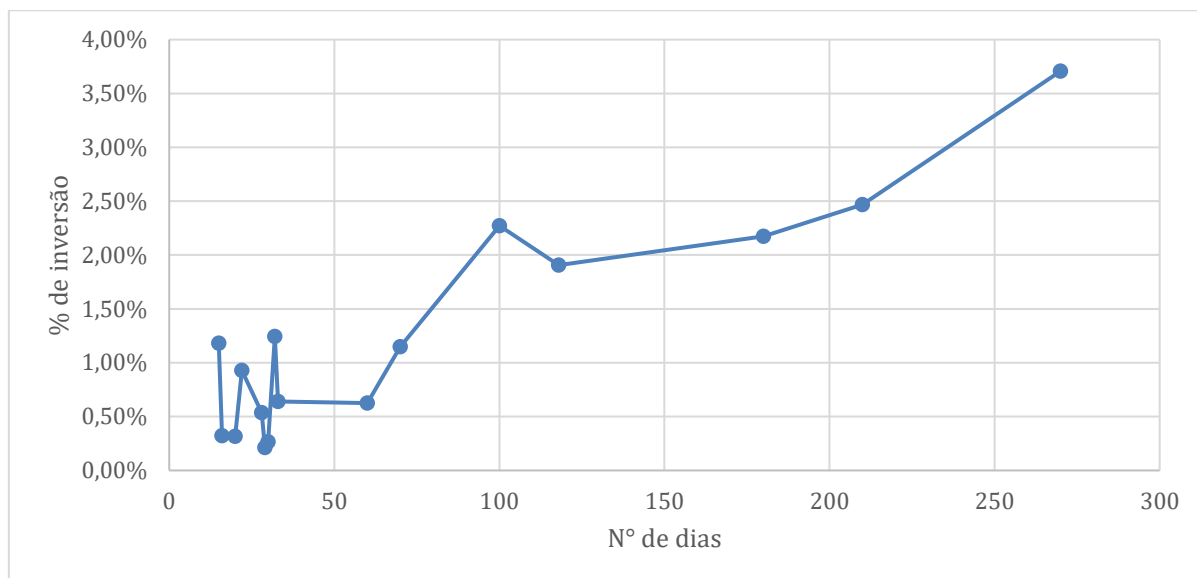
Nos testes realizados em bancada, no refratômetro automático (RX-5000 alpha – ATAGO) não foi possível detectar variação de °Brix na bebida após os primeiros dias de armazenamento, porém com o decorrer do tempo até o final do prazo de validade foi possível perceber resultados correspondentes a inversão, sendo observado esta evolução nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 – Gráfico de inversão da sacarose no tempo 0 a 14 dias, analisada em refratômetro automático RX-5000 alpha – ATAGO



Fonte: Do autor (2019).

Figura 14 – Gráfico de inversão da sacarose no tempo 15 a 270 dias, analisada em refratômetro automático RX-5000 alpha – ATAGO



Fonte: Do autor (2019).

Ao observar as Figura 13 e 14, é possível perceber que o aumento de açúcares nos primeiros 14 dias é muito pequeno e distante do desejado, sendo somente próximo aos 100 dias, visualizável um aumento de aproximadamente 2% no valor de °Brix. O prazo de validade do referido refrigerante em embalagens PET é de 120 dias, então acaba sendo inviável a espera pelo processo natural de inversão, para o padrão de açúcar seja mantido neste sabor.

Os demais sabores provavelmente têm um perfil de inversão diferente do sabor guaraná, podendo ser este processo mais rápido ou até mesmo mais demorado a depender de sua acidez e concentração de açúcar. Este acompanhamento não foi realizado neste trabalho, visto que a bebida sabor guaraná representa 70% da produção de refrigerantes da empresa estudada e teria o maior potencial para que a redução de açúcar gerasse impacto no consumo desta matéria prima.

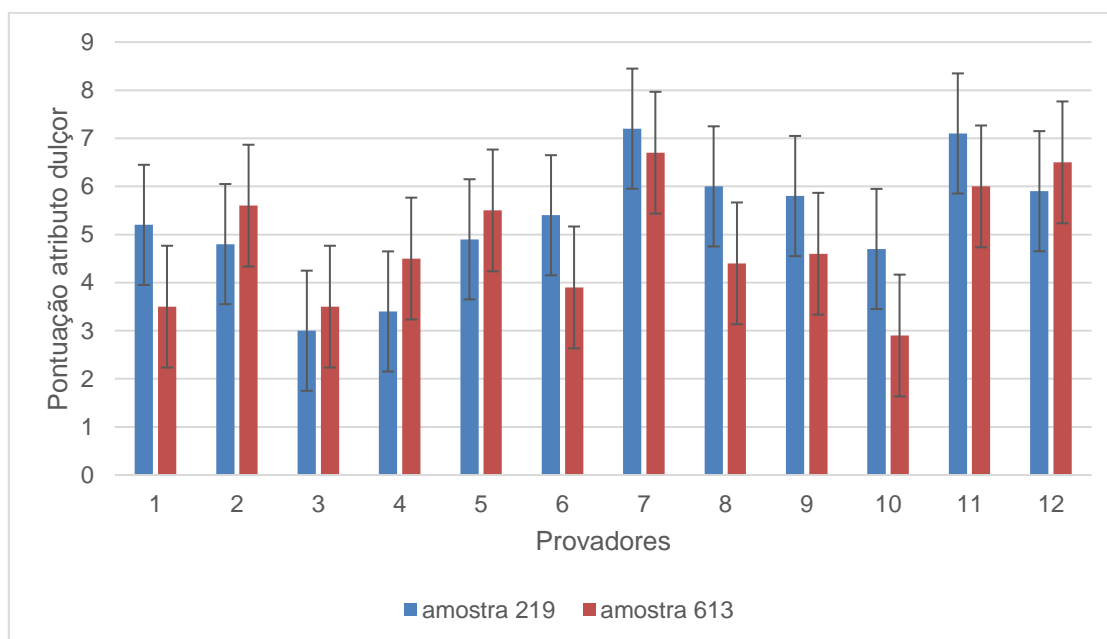
Anton Paar (N/D, p. 1) sugere o uso de enzima invertase na elaboração do xarope, para que este processo seja padronizado em todos os sabores, ocorrendo a inversão total em poucas horas. Quanto ao uso de enzimas, ou até mesmo a hidrólise ácida da sacarose, este é um tema de suma importância, que deve ser desenvolvido em trabalhos posteriores, visto que demanda de estudo de viabilidade econômica, pois de acordo com Rodrigues et al (2000, texto digital) requer investimento inicial para aquisição das enzimas e estas possuem um alto custo, mas em compensação

um alto grau de inversão, já no caso de hidrólise ácida alterações no processo são inevitáveis, visto que a acidez do xarope deve ser compatível com o tipo de refrigerante produzido e também residuais de substâncias indesejadas são esperados após a inversão, necessitando correção.

Na análise de preferência pareado, dos 11 provadores que participaram do teste, 7 preferiram a amostra 815 e 4 tiveram preferência pela amostra 732. Ao analisar estes dados com os valores tabelados do Anexo A é possível observar que não existe preferência por nenhuma das amostras com 95% de significância estatística. Para que uma das amostras se mostrasse preferida deveria haver 10 julgamentos corretos para este número de julgadores.

Os resultados de pontuação referentes ao atributo dulçor e desvio padrão pode ser observado na figura 14. Estes dados tabelados e em seguida tratados por Análise de Variância (ANOVA) com fator duplo sem repetição constataram que o refrigerante sabor guaraná com teor reduzido em 5% de açúcar não apresentou diferença estatística significativa com 95% de confiança, de acordo com a Tabela 2.

Figura 15 – Gráfico da pontuação em escala não estruturada de 9 cm do atributo dulçor em análise sensorial ADQ em refrigerante sabor guaraná.



Fonte: Do autor (2020).

Tabela 2 – Resumo da análise de Variância ANOVA para análise sensorial ADQ em refrigerantes sabor guaraná

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F cal.	valor-P	F crít.
Linhas	27,86833	11	2,533485	4,022372	0,014778	2,81793
Colunas	1,401667	1	1,401667	2,225403	0,163869	4,844336
Erro	6,928333	11	0,629848			
Total	36,19833	23				

SQ = Soma dos Quadrados; gl = Graus de Liberdade - 1; MQ = Média Quadrática; Fcal. = F calculado
 Valor-P = Probabilidade de significância; Fcrit. = F crítico.

Fonte: Do autor (2020).

No teste, a fonte de variação correspondente às colunas representou a as respostas dadas para cada uma das duas amostras pelos julgadores. O resultado para F calculado no campo colunas se mostrou menor do que o valor de F crítico na Análise de Variância ANOVA para o teste ADQ utilizando 95% de significância. De acordo com Duas Rodas (2019), isto significa que não houve diferença entre as amostras no atributo testado.

Ao final das análises, pode se observar que o processo em que ocorre a inversão da sacarose nos refrigerantes sabor guaraná é muito lento para que seja comercialmente aplicado, porém em análise sensorial, se constata que o produto sabor guaraná com teor de açúcar reduzido em 5% não é diferente estatisticamente do refrigerante padrão quando avaliado o atributo dulçor. Este resultado pode ser atribuído ao controle de Ratio do produto, que não foi avaliado neste experimento, e Cassia de Souza (1994, p.31) afirma que quando existe o equilíbrio entre valores de °Brix e acidez dos refrigerantes, mudanças nestes parâmetros podem não ser notados sensorialmente, enquanto o Ratio se mantiver constante.

Considerando o resultado da análise sensorial, pode-se realizar novos estudos para que se obtenha argumentos mais sólidos e que justifiquem uma possível redução na quantidade de açúcar na composição do refrigerante sabor guaraná. Testes por métodos afetivos envolvendo o consumidor do produto em pontos de venda podem ser uma opção mais segura para que se realizem alterações na formulação da bebida. De acordo com Teixeira (2009, p. 18) esta pode ser uma maneira de atingir uma

avaliação em grande escala possibilitando detectar pequenas diferenças entre o produto.

Os equipamentos utilizados na realização deste trabalho também se mostram importantes aliados no controle da produção, principalmente quando pequenas oscilações dos parâmetros se tornam muito representativos para a qualidade do produto e para gerenciamento das matérias-primas. Estes instrumentos de medição realizam a leitura de forma combinando a densidade e a velocidade do som nas amostras, quantificando com bastante precisão a proporção de sacarose glicose e frutose presente na bebida e assim evitando a sobredosagem e a subdosagem de xarope (ANTON PAAR, N/Db, p. 5).

5. CONCLUSÃO

É possível concluir que a ocorrência natural da inversão da sacarose é um processo previsível, porém vagaroso quando não estimulado pela ação enzimática ou ácida, e que inclusive, pode levar meses para sua total ocorrência em refrigerantes sabor guaraná. Por tanto, é um argumento inviável para que se possa sugerir redução de açúcar em sua composição, visto que é comercialmente inaplicável, devido ao limitado prazo de validade do produto.

Com equipamentos adequados para análise instrumental, é possível prever o potencial que os açúcares não redutores têm para sofrer inversão em refrigerantes, porém não é possível estimar o tempo necessário para ocorrência da reação total. Neste caso se estimou um potencial teórico de 4,92% +/- 0,45% de inversão em refrigerantes sabor guaraná, onde amostras analisadas periodicamente por 9 meses apresentaram 3,71% de aumento de °Brix. Ao mesmo tempo foi possível observar que estes equipamentos podem garantir um rígido controle dos parâmetros durante a produção com o acompanhamento *on line* do processo, porém para que seu uso tenha total aplicabilidade, a catálise do processo de inversão da sacarose é indicada.

Mesmo os resultados analíticos mostrando-se insatisfatórios, análises sensoriais pelos métodos ADQ e comparação pareado garantem que o produto com teor reduzido de açúcar em 5% não possui diferença estatística com 95% de significância para o atributo dulçor quando comparado ao refrigerante padrão. Isto pode gerar uma discussão quanto a redução da quantidade de açúcar em conjunto com maior rigidez no controle do processo, mesmo não ocorrendo inversão da sacarose inicialmente no produto.

6. REFERÊNCIAS

ABIR, Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas Não Alcoólicas. **Refrigerantes**. Disponível em:< <https://abir.org.br/o-setor/dados/refrigerantes/>>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

ANTON PAAR, GmbH. **The Impact of Sugar Inversion on Soft Drinks with Sugar**. Ano não disponível (N/Da). Disponível em: <https://www.anton-paar.com/corp-en/services-support/document-finder/application-reports/beverage-soft-drinks-sugar-inversion-and-brix-in-soft-drinks-cobrix-5-multibev-measures-both/>>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

ANTON PAAR, GmbH. **Sugar Inversion and °Brix in Soft Drinks: Cobrix 5500/5600 Measures Both!**. Texto digital. Ano não disponível (N/Db). Disponível em: <<https://www.anton-paar.com/corp-en/services-support/document-finder/application-reports/beverage-soft-drinks-sugar-inversion-and-brix-in-soft-drinks-cobrix-5-multibev-measures-both/>> . Acesso em: Acesso em 12 de outubro de 2019.

BBC NEWS, Brasil. **Brasileiros estão entre os 10 maiores consumidores globais de refrigerantes, vilões da saúde**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-47806485>>. Acesso em 29 de setembro de 2019.

BRASIL, Presidência da República e Casa Civil. **Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009**, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em 07 de outubro de 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022**. 26 de Novembro de 2018. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44777-brasil-assume-meta-para-reduzir-144-mil-toneladas-de-acucar-ate-2022>>. Acesso em 29 de setembro de 2019.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial – CGAL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres**. Não alcoólicos. Sólidos solúveis (° Brix). Método 08, 2005, p. 1-7. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-bev-iqa/nao-alcoolicos-08-solidos-soluveis-o-brix.pdf>>. Acesso em 15 de outubro de 2019.

CABRAL, Bruna V.; MARQUEZ, L. Líbia DS; RIBEIRO, Eloízio J. **Estudo da imobilização de invertase em resinas de troca iônica e produção de açúcar invertido**. 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15260/1/LDSMarquesDISSPRT.pdf>>. Acesso em 16 de julho de 2020.

CASSIA DE SOUZA, Rita de. **Curso Sobre Tecnologia de Refrigerantes**. 1994.

CHEMELLO, Emiliano. **Falando Sobre Ciência Com Uma Latinha de Refrigerante**. Química Virtual, setembro de 2006. Disponível em: <http://www.quimica.net/emiliano/artigos/2006set_refrigerante.pdf>. Acesso em: 08 de outubro de 2019.

DUAS RODAS. **Sentir DR: análise sensorial**. Atributos Sensoriais. 5ª Edição, 2019.

DUAS RODAS. **5 Normas Recentes de Análise Sensorial para Alimentos que Você Precisa Conhecer**. Publicado em 10 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.duasrodas.com/blog/qualidade/5-normas-recentes-de-analise-sensorial-para-alimentos-que-voce-precisa-conhecer/>>. Acesso em 16 de outubro de 2019.

DUAS RODAS. **Redução do açúcar é o desafio da vez para indústria promover a saudabilidade**. Publicado em 18 de abril de 2018. Disponível em: <<https://www.duasrodas.com/blog/inovacao/reducao-do-acucar-e-o-desafio-da-vez-para-industria-promover-a-saudabilidade/>>. Acesso em 18 de outubro de 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documentos 279. **Produção de Refrigerantes de Frutas**. Planaltina – DF. Janeiro de 2010, ISSN online 2176-508

FIB, Food Ingredients Brasil. **Adoçantes Calóricos e Não – Calóricos parte I**. Revista - Fi, ano não disponível. Disponível em: < <http://www.revista-fi.com/materias/58.pdf>>. Acesso em 11 de outubro de 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020.

LAUDAN, Rachel; HAYES, Dayle. **Food and Nutrition**. Vol. 6, editora Marshall Cavendish, 2009, 1280 páginas, ISBN: 0761478264 9780761478263.

LIMA, Ana Clara da Silva; AFONSO, Júlio Carlos. **A Química do Refrigerante**. Revista Química Nova Escola. Vol. 31, N° 3, p. 210-215, agosto 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf>. Acesso em: 07 de Outubro de 2019.

LIMA, Luciana Leite de Andrade; FILHO, Artur Bibiano de Melo. **Técnico em Alimentos: Tecnologia de Bebidas**. Recife: EDUFRPE, 2011, ISBN 978-85-7946-089-0.

PODADERA, Priscilla. **Estudo das Propriedades do Açúcar líquido Invertido Processado com Radiação Gama e Feixes de Elétrons**. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2007. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-11062013-093417/publico/2007PodaderaEstudo.pdf>>. Acesso em 25 de junho de 2020.

RODRIGUES, M.V.N.; RODRIGUES, R.A.F.; SERRA, G.E.; ANDRITTA, S.R.; FRANCO, T.T.. **Produção de xarope de açúcar invertido obtido por hidrólise heterogênea, através de planejamento experimental**. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.20 n.1 Campinas Apr. 2000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000100020>>. Acesso em 20 de junho de 2020.

SANTOS, G.L. dos; GEMMER, R.E.; OLIVEIRA, E.C.. **Análise de Açúcares Totais, Redutores e Não Redutores em Refrigerantes pelo Método Titulométrico de Eynon-Lane**. Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 8, n. 4, 2016. ISSN 2176-3070 DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v8i4a2016.1222>

SILVA, Cássia Cristina; ASSUNÇÃO, Lúcia Ferreira; SOUSA FILHO, José Waldir. **Determinação da inversão de sacarose em caldo de cana-de-açúcar submetido a tratamento por irradiação micro-ondas para produção de açúcar.** Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, 2018, 2.1: 6-12. Disponível em: <<http://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/rbcti/article/view/1115>>. Acesso em 12 de outubro de 2019.

SILVA, Missilene Bastos da et al. **Avaliação da produção de açúcar líquido invertido.** 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15935/1/MBS01102019.pdf>>. Acesso em: 16 de julho de 2020.

TEIXEIRA, Lilian Viana. **Análise Sensorial na Indústria de Alimentos.** Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/viewFile/70/76>>. Acesso em 18 de outubro de 2019.

UTILIZAÇÃO de enzimas na produção de bebidas. **Engarrafador Moderno.** Revista digital publicada em 22 de novembro de 2016. Disponível em: <<https://engarrafadormoderno.com.br/produtos/utilizacao-de-enzimas-na-producao-de-bebidas>>. Acesso em 18 de outubro de 2019.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Tecnologia de Bebidas** – São Paulo – Editora Blucher, 1ª edição, p. 141-165, ano 2005.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas Não Alcoólicas : Ciência e Tecnologia** – São Paulo – Editora Blucher, vol. 2, 1ª edição, p. 177-197, ano 2010.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Indústria de bebidas** – São Paulo – Editora Blucher, volume 3, p. 183-213, ano 2011.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas Não Alcoólicas : Ciência e Tecnologia** – São Paulo – Editora Blucher, vol. 2, 2ª edição, p. 295-316, ano 2016.

ANEXO A - Significância no Teste Pareado (P= 1/2)

SIGNIFICÂNCIA NO TESTE PAREADO (P= 1/2)

Nº Julgamentos	Mínimo de respostas corretas necessárias para estabelecer significância Teste Bicaudal, preferência			Mínimo de respostas corretas necessárias para estabelecer significância Teste Monocaudal, diferença		
	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,001
	Nível de probabilidade			Nível de probabilidade		
6	-	-	-	6	-	-
7	7	-	-	7	7	-
8	8	8	-	7	8	-
9	8	9	-	8	9	-
10	9	10	-	9	10	10
11	10	11	11	9	10	10
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	11	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16

19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	33	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36

50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55
90	55	58	61	52	57	61
95	58	61	64	57	60	64
100	61	64	67	59	63	66

Fonte: ABNT, NBR 13088 (1994 apud IAL, 2008, p. 302)